

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 197 34 217 A 1

51 Int. Cl. 5:  
F 04 B 1/12  
F 03 C 1/06  
B 23 P 13/00

21 Aktenzeichen: 197 34 217.5  
22 Anmeldetag: 7. 8. 97  
43 Offenlegungstag: 12. 2. 98

DE 197 34 217 A 1

30 Unionspriorität:

08/694,345 08.08.96 US

71 Anmelder:

Caterpillar Inc., Peoria, Ill., US

74 Vertreter:

Wagner, K., Dipl.-Ing.; Geyer, U., Dipl.-Phys.  
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 80538 München

72 Erfinder:

Engel, William K., Peoria, Ill., US; Hinrichsen,  
Michael H., Goodfield, Ill., US; Savage, Howard,  
Joliet, Ill., US; Sherman, Donald H., Morton, Ill., US;  
Watts, Kenneth R., Washington, Ill., US

54 Verfahren zur Herstellung einer Kolbenanordnung

- 57 Ein Verfahren ist vorgesehen, um eine Kolbenanordnung herzustellen, die zur Anwendung in einer hydraulischen Pumpe oder einem Hydraulikmotor geeignet ist, und die eine Gesamtlänge besitzt, die kürzer ist als bei zuvor bekannten Kolbenanordnungen, während eine feste mechanische Verbindung und eine hohe wirkungsvolle Volumenausgangsgröße beibehalten wird. Das Verfahren weist die Schritte auf, eine Gleitvorrichtung mit einer sphärischen Kugel an einem Ende zu formen, das Formen eines Kolbens mit einem Körperteil und einem Verbindungsteil, wobei der Verbindungsteil eine sphärische Bodenfläche besitzt, mit einer Nut, die von der Bodenfläche beabstandet ist, und mit einem konturierten Teil mit einer winklig angeordneten Außenfläche und einer Innenfläche; das Einführen der sphärischen Kugel in den Hohlraum; das Umformen des konturierten Teils nach innen, um die Innenfläche in Kontakt mit der sphärischen Kugel zu bringen, und um im wesentlichen in Längsrichtung die Außenfläche des Kolbenkörpers mit der winklig angeordneten Oberfläche des konturierten Teils auszurichten; die Wärmebehandlung des Kolbens auf eine vorbestimmte Härte und Tiefe; und das Endbearbeiten der Gesamtlänge des Kolbens auf eine Endbearbeitungsgröße.

DE 197 34 217 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12. 97 702 067/595

12/24

Diese Erfindung bezieht sich allgemein auf eine Kolbenanordnung zur Anwendung in einer Strömungsmittelübertragungsvorrichtung, wie beispielsweise einer hydraulischen Pumpe oder einem Motor, und insbesondere auf die Verbindung der Elemente der Kolbenanordnung.

Kolbenanordnungen, die normalerweise in hydraulischen Pumpen oder Motoren verwendet werden, sind aus Stahl hergestellt und werden gehärtet, um ihre nutzbare Abnutzungslebensdauer zu steigern. Bei den bekannten Kolbenanordnungen ist eine Gleitvorrichtung schwenkbar mit einem Kolben verbunden, so daß ein Teil relativ zum anderen schwenken kann. Bei diesen Kolbenanordnungen ist ein kugelförmiger Hohlraum in einem der Elemente definiert, und eine sphärische bzw. kugelförmige Kugel ist im anderen Element angeordnet. Bei der Montage wird die sphärische Kugel in dem sphärischen bzw. kugelförmigen Hohlraum angeordnet und wird mechanisch darin gehalten. Bei den meisten bekannten mechanischen Verbindungen wird ein Teil des Gliedes mit dem sphärischen Hohlraum gedrückt bzw. umgeformt, so daß es sich um einen Teil der sphärischen Kugel herum faltet, welcher nicht in Kontakt mit dem sphärischen Hohlraum ist. Diese mechanische Verbindung wirkt dahingehend, daß sie dem Gleitteil bzw. der Gleitvorrichtung gestattet, sich während der Anwendung relativ zum Kolben zu drehen. Jedoch haben diese mechanischen Verbindungen die Verringerung der effektiven Kontaktlänge des Kolbens innerhalb der Bohrung des Rotors zur Folge, in dem er relativ zur Gleitvorrichtung gleitet. Um folglich einen Kolben zu besitzen, der eine Gleitlänge besitzt, die lang genug ist, um die Leckage zu verringern, und um eine wirkungsvolle Volumenausgangsgröße bzw. -ausgabe vorzusehen, ist es notwendig, die Gesamtlänge der Strömungsmittelübertragungsvorrichtung zu steigern. Um die wirkungsvolle Kontaktlänge des Kolbens zu verlängern, und um die Gesamtlänge der Kolbenanordnung zu verkürzen, ist es bekannt gewesen, einen Schnapp- bzw. Sicherungs- oder Seegerring zu verwenden, um einen sphärischen Kopf der Gleitvorrichtung innerhalb eines Hohlraums an einem Ende des Kolbens zu halten. Obwohl diese bekannte Anordnung die wirkungsvolle Kontaktlänge des Kolbens steigert, gestattet sie oft einen Grad der Längsbewegung zwischen der Gleitvorrichtung und dem Kolben. Da darüber hinaus der Sicherungsring gespalten sein muß, um seine Montage zu gestatten, wird seine wirkungsvolle Haltefähigkeit begrenzt, da es keinen 100%igen Kontakt um die sphärische Kugel herum gibt. Da zusätzlich Raum für den Sicherungsring vorgesehen werden muß, haben die relativen Größen der sphärischen Kugel und/oder des Hohlraumes eine Verringerung der Gesamtfestigkeit der mechanischen Verbindung zur Folge.

Die vorliegende Erfindung ist darauf gerichtet, eines oder mehrere der oben dargelegten Probleme zu überwinden.

Gemäß eines Aspekts der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung einer Kolbenanordnung vorgesehen. Die Kolbenanordnung besitzt einen Kolben, der mechanisch mit einer Gleitvorrichtung verbunden ist, und der zur Anwendung in einer Strömungsmittelübertragungsvorrichtung geeignet ist, wie beispielsweise einer hydraulischen Pumpe oder einem Motor mit einem Lauf- bzw. einer Trommel, in der eine Bohrung definiert ist, um gleitend den Kolben aufzunehmen. Die

Schritte weisen das Formen bzw. Ausbilden der Gleitvorrichtung auf, wobei eine sphärische Kugel an einem Ende angeordnet ist, das Formen bzw. Ausbilden des Kolbens, der einen Körperteil mit einer äußeren Oberfläche mit einer zylindrischen Länge besitzt, und einen Verbindungsteil, der an einem Ende angeordnet ist, wobei in dem Verbindungsteil ein Hohlraum definiert ist, und zwar mit einer sphärischen Unterseite, die von dem einen Ende beabstandet ist mit einer Nut, die in dem Endteil innerhalb des Hohlraumes zwischen der sphärischen Bodenseite und dem einen Ende definiert ist, und mit einem konturierten Teil mit einer Innenfläche und einer Außenfläche, die nach außen über die Außenfläche des Kolbenkörpers zwischen dem Boden des Hohlraums und das andere Ende vorsteht; Einführen der sphärischen Kugel der Gleitvorrichtung in den Hohlraum des Kolbens, um die sphärische Bodenfläche zu berühren; Drücken bzw. Umformen des konturierten Teils des Verbindungsteils nach innen, um die Innenfläche davon in gleitendem Kontakt mit einem Teil der sphärischen Kugel zu bewegen, um die sphärische Kugel innerhalb des Hohlraums zu sichern bzw. zu befestigen, und um im wesentlichen in Längsrichtung die Außenfläche davon mit der Außenfläche des Kolbenkörpers auszurichten; Härten der Außenfläche des Kolbens entlang seiner Gesamtlänge auf eine vorbestimmte Tiefe und Härte; und Endbearbeiten der Außenfläche des Kolbens entlang seiner Gesamtlänge auf eine vorbestimmte Größe.

Die vorliegende Erfindung sieht ein Verfahren vor, welches eine Kolbenanordnung erzeugt, die in der Gesamtlänge kürzer ist, da die zylindrische Oberfläche des Kolbens sich über den Verbindungspunkt mit der sphärischen Kugel hinaus erstreckt. Der wirkungsvolle Gleitkontakt der Außenfläche des Kolbens, der in enger Nähe am anderen Ende der Gleitvorrichtung liegt, gestattet es, daß die Gesamtlänge der Pumpe oder des Motors kürzer ist, während immer noch die hohe Volumenausgangsgröße bei minimaler Leckage zwischen der Außenfläche des Kolbens und der Bohrung der Trommel bzw. des Zylinders aufrechterhalten wird, und unter Beibehaltung einer festen mechanischen Verbindung.

Fig. 1 ist eine schematische Darstellung einer Kolbenanordnung, die durch ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung erzeugt wurde;

Fig. 2 ist eine schematische Darstellung eines Elementes der Kolbenanordnung der Fig. 1;

Fig. 3 ist eine schematische Darstellung eines weiteren Elementes der Kolbenanordnung der Fig. 1 vor der Montage;

Fig. 4 ist eine schematische Darstellung der Elemente der Kolbenanordnung, die verbunden wird;

Fig. 5 ist eine schematische Darstellung der Kolbenanordnung folgend auf die Verbindung;

Fig. 6 ist eine Vergrößerung eines Teils der Kolbenanordnung der Fig. 4;

Fig. 7 ist eine Vergrößerung eines Teils der Kolbenanordnung der Fig. 5; und

Fig. 8 ist eine schematische Darstellung einer Maschine, die die Außenoberfläche der Kolbenanordnung endbearbeiten kann.

Mit Bezug auf die Zeichnungen und insbesondere auf die Fig. 1—3 ist ein Teil einer hydraulischen Pumpe oder eines Motors 10 veranschaulicht und weist einen Teil einer Trommel bzw. eines Zylinders 12 mit einer Bohrung 14 auf, die dadurch definiert ist, eine Kolbenanordnung 16 mit einer Gleitvorrichtung 18 und einen

Kolben 20, einen Teil einer Schräg- bzw. Taumelplatte 22 und einen Teil eines Gleitvorrichtungshalters 24. Obwohl nur eine Bohrung 14 und eine Kolbenanordnung 16 veranschaulicht sind, sei bemerkt, daß bei bekannten Pumpen oder Motoren mehr als eine Bohrung und mehr als eine Kolbenanordnung 16 erforderlich ist. Beispielsweise besitzen die meisten Kolbenpumpen oder -motoren normalerweise entweder fünf, sieben oder neun Bohrungen 14 in der Trommel bzw. dem Zylinder 12, wobei die jeweiligen Kolbenanordnungen 16 gleitend damit assoziiert sind.

An einem Ende der Gleitvorrichtung 18 ist eine sphärische Kugel 30 angeordnet, und ein Gleitteil 32 am anderen Ende davon, der mit einem Halsteil 34 verbunden bzw. angeschlossen ist. Der Halsteil 34 ist im Querschnitt kleiner als der größte Querschnitt der sphärischen Kugel 30. Der Gleitendteil 32 ist geeignet, um in gleitendem Kontakt mit der Taumel- bzw. Schrägplatte 22 zu sein, und wird teilweise durch den Gleitvorrichtungshalter 24 in Kontakt damit gehalten.

Fig. 3 zeigt den Kolben 20 in seiner geformten bzw. ausgebildeten Form, bevor er mechanisch mit der Gleitvorrichtung 18 verbunden wird. Der Kolben 20 weist einen Körperteil 36 auf, und zwar mit einer zylindrischen Außenfläche 38, die sich entlang einer Längsrichtung davon erstreckt, und einen Verbindungsteil 40, der an einem Ende angeordnet ist. Der Verbindungsteil 40 weist einen Hohlraum 42 auf, und zwar mit einer im wesentlichen sphärischen bzw. kugelförmigen Bodenfläche 44, und er ist im Kolben 20 definiert, wobei er sich von dem einen Ende nach innen erstreckt, eine Nut 46 mit einer Bodenfläche 48, die in dem Verbindungsteil 40 definiert ist, der innerhalb des Hohlraums 42 zwischen der sphärischen Bodenfläche 44 und dem einen Ende gelegen ist, und einen konturierten Teil 50, der im allgemeinen benachbart zum einen Ende angeordnet ist. Es sei bemerkt, daß die Bodenfläche 44 eine wahre bzw. tatsächlich sphärische oder kugelförmige Oberfläche sein könnte, ohne vom Kern der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

Der konturierte Teil 50 weist eine Innenfläche 52 und eine winklig angeordnete Außenfläche 54 auf. Die Innenfläche 52 ist auf dem konturierten Teil 50 innerhalb des Hohlraums 42 zwischen der Nut 46 und dem einen Ende gelegen. Die Innenfläche 52 ist eine konische bzw. kegelförmige Fläche und besitzt einen Durchmesser, der größer ist als der Durchmesser der sphärischen Kugel 30. Die winklig angeordnete Außenfläche 54 ist eine konische bzw. kegelförmige Oberfläche, die auf der äußersten Seite des konturierten Teils 50 gelegen ist und nach außen in einem Winkel relativ zur zylindrischen Außenfläche 38 des Kolbenkörpers 36 vorsteht. Bei der vorliegenden Anordnung besitzt die Außenfläche 54 des konturierten Teils 50 eine erste Oberfläche 56, die winklig mit annähernd neun Grad mit Bezug auf die Außenfläche 38 angeordnet ist, und eine zweite Fläche 58, die winklig mit ungefähr 15 Grad mit Bezug auf die Außenfläche 38 angeordnet ist. Die erste Fläche 56 besitzt einen Scheitelpunkt an der Außenfläche 38 an einer Stelle im allgemeinen zwischen dem Boden des Hohlraums 42 und dem Beginn der Nut 46. Die zweite Fläche 58 besitzt einen Scheitelpunkt an der ersten winklig angeordneten Fläche 56 an einer Stelle im allgemeinen gleich mit dem Mittelpunkt der Nut 46.

Mit Bezug auf die Fig. 4—6 ist die Kolbenanordnung 16 während der verschiedenen Schritte der Herstellung der Anordnung veranschaulicht. Wie in Fig. 4 gezeigt, ist der Gleitendteil 32 der Gleitvorrichtung 18 auf einem

Tragblockmechanismus 60 positioniert, und der Kolben 20 ist derart positioniert, daß die sphärische Kugel 30 der Gleitvorrichtung 18 in Kontakt mit der sphärischen Bodenfläche 44 innerhalb des Hohlraums 42 ist. Ein Formmechanismus 62 ist vorgesehen, um mechanisch den Kolben 20 mit der Gleitvorrichtung 18 zu verbinden. Der Formmechanismus 62 weist eine geformte bzw. ausgebildete Kammer 64 auf, und zwar mit einer Bohrung 65 mit einer Innenfläche 66 und einem geformten Teil 68. Die Innenfläche 66 ist eine zylindrische Fläche mit einem Durchmesser von ausreichender Größe, um gleitend den Kolben 20 darin aufzunehmen.

Der geformte Teil 68 ist winklig nach außen angeordnet, und zwar relativ zur Innenfläche 66 und weist eine winklige Fläche 70 mit ersten und zweiten Flächen 72, 74 auf. Die erste Fläche 72 besitzt einen Scheitelpunkt auf der Innenfläche 66 und bildet einen Winkel von ungefähr neun Grad damit. Die zweite Fläche 74 besitzt einen Scheitelpunkt an der ersten Fläche 72 und bildet einen Winkel mit der Innenfläche 66 von ungefähr 15 Grad. Wenn der Kolben 20 in der Bohrung 65 der geformten Kammer 64 aufgenommen ist, berührt der geformte Teil 68 des Formmechanismus 62 eng die winklig angeordnete Außenfläche 54 des konturierten Teils 50 des Kolbens 20.

Vor der Anordnung des Hohlraums 42 des Kolbens 20 über der sphärischen Kugel 30 wird ein Schmiermittel auf den sich berührenden Gliedern angeordnet, um die Tendenz der Elemente zu verringern, sich während der Abnutzung zu fressen oder auszuschlagen. Genau so wird ein Schmiermittel innerhalb der geformten Kammer 64 des Formmechanismus 62 und der winklig angeordneten Außenfläche 54 des konturierten Teils 50 abgelagert, um die Tendenz der Oberflächen zu verringern, sich während des Umform- bzw. Formvorgangs auszuschlagen oder zu fressen.

Die Fig. 6 und 7 veranschaulichen besser die Details des geformten Teils 68 des Formmechanismus 62 und des konturierten Teils 50 des Kolbens 20. Fig. 6 veranschaulicht die Details, bevor die mechanische Verbindung vorgenommen wurde, und Fig. 7 veranschaulicht die Details folgend darauf, daß die mechanische Verbindung vorgenommen wurde.

Fig. 8 veranschaulicht eine Maschine, wie beispielsweise eine spitzenlose Schleifmaschine 76 mit einer Schleifscheibe 78, die folgend auf die Wärmebehandlung der Kolbenanordnung 16 verwendet wird, um die gesamte Außenfläche 38 des Kolbens 20 endzubearbeiten.

Es sei bemerkt, daß verschiedene Formen der vorliegenden Anordnung verwendet werden könnten, ohne vom Kern der Erfindung abzuweichen. Beispielsweise könnten die jeweilige winklig angeordnete Außenfläche 54 des Kolbens und der geformte Teil 68 des Formmechanismus 62 eine gerade Linie oder eine kontinuierliche Kurve sein im Gegensatz dazu, daß sie zwei unterschiedliche Oberflächen mit unterschiedlichen Winkeln besitzen. Genau so könnte der gesamte Formmechanismus 62 von verschiedenen Formen oder Konstruktionen sein, die anders sind, als die veranschaulichte. Die benötigte Kraft, um den Formmechanismus 62 relativ zum Tragblockmechanismus 60 zu bewegen, könnte in irgendeiner bekannten Weise aufgebracht werden, wie beispielsweise eine mechanische Presse, eine Hydraulikvorrichtung oder irgendeinen anderen Kraftübertragungsmechanismus.

Beim Umformen bzw. Formen der Gleitvorrichtung 18 wird das Material wärmebehandelt, um die Mikro-

struktur davon für die darauffolgende Oberflächenhärtung zu konditionieren bzw. vorzubereiten, es wird weiter auf die Größe grob vorbearbeitet und auf die Endgröße poliert oder geschliffen. Der Kolben 20 wird durch maschinelle Bearbeitung des Kolbenkörpers 36 auf eine grob bearbeitete Größe geformt und durch Bearbeiten der winklig angeordneten Außenfläche 54 des konturierten Teils 50 auf seinen vorbestimmten Winkel und seine vorbestimmte Größe. Der Hohlraum 42 innerhalb des Verbindungsendteils 40 wird auf seine gewünschte Größe maschinell bearbeitet, wobei die sphärische Bodenfläche 44 ausgebildet bzw. geformt wird, wobei die Nut 46 geformt und ordnungsgemäß relativ zum Boden des Hohlraums 42 angeordnet wird. Die Innenfläche 52 des konturierten Teils 50 wird maschinell auf eine Größe bearbeitet, um zu gestatten, daß die sphärische Kugel 30 hindurch geht. Die sphärische Bodenfläche 44 wird auf ihre endbearbeitete Größe poliert oder geschliffen, so daß sie im wesentlichen zur Größe der sphärischen Kugel 30 paßt.

Vor der Ausführung des Schrittes der mechanischen Verbindung der Gleitvorrichtung 18 und des Kolbens 20, wie oben bemerkt, ist es vorteilhaft, Schmiermittel auf die geeigneten Gegenflächen aufzubringen, um ein Fressen oder ein Ausstoßen bzw. Versagen der Elemente zu verhindern, und um die Kraft zu senken, die erforderlich ist, um zu bewirken, daß das Material im Kolben 20 die Form und/oder Position ändert. Während des mechanischen Verbindungsschrittes wird die Gleitvorrichtung 18 auf dem Drahtblock 60 angeordnet, wobei der Hohlraum 42 des Kolbens 20 in Position über der sphärischen Kugel 30 angeordnet ist, so daß die sphärische Kugel 30 in Kontakt mit der sphärischen Bodenfläche 44 des Kolbens 20 ist. Der Formmechanismus 62 wird in Position bewegt, um den Kolben 20 in der geformten Kammer 64 aufzunehmen, so daß der konturierte Teil 50 des Kolbens 20 mit dem geformten Teil 68 des Formmechanismus 62 zusammenpaßt. Eine Kraft wird auf den Formmechanismus 62 aufgebracht, um ihn zum Tragblockmechanismus 60 hin zu bewegen. Während der Bewegung des Formmechanismus 62 drückt der geformte Teil 68 den konturierten Teil 50 im wesentlichen radial nach innen. Wenn der konturierte Teil 50 nach innen gedrückt wird, fließt das Material zwischen der Bodenseite 48 der Nut 46 und der winklig angeordneten Außenfläche 54, um ein Biegen des konturierten Teils 50 mit Bezug auf den Kolbenkörper 36 zu gestatten. Wenn der Formmechanismus 62 seine Bewegung zum Tragblockmechanismus 60 hin fortsetzt, bewegt sich die Innenfläche 52 des konturierten Teils 50 enger zur sphärischen Kugel 30 der Gleitvorrichtung 18. Auf Grund der gesteuerten Größe des konturierten Teils 50 ist die Innenfläche 52 des konturierten Teils 50 in enger zusammenpassender Nähe zur sphärischen Kugel 30, und die winklig angeordnete Außenfläche 54 des konturierten Teils 50 ist im wesentlichen in Längsausrichtung mit der Außenfläche 38 des Kolbenkörpers 36, sobald der Formmechanismus 62 sich in seine in den Fig. 5 und 7 veranschaulichte extreme bzw. äußere Position bewegt hat. Sobald die Innenfläche 52 in enger zusammenpassender Nähe mit der sphärischen Kugel 30 ist, wird die sphärische Kugel 30 in dem Hohlraum 42 gesichert und kann sich relativ zum Kolben 20 schwenken oder drehen.

Folgend auf den mechanischen Verbindungsschritt wird die gesamte Außenfläche des Kolbens 20, die die Außenfläche 38 des Kolbenkörpers 36 und die winklig angeordnete Außenfläche 54 des konturierten Teils 50

aufweist, auf eine vorbestimmte Härte und Tiefe wärmebehandelt.

Folgend auf die Wärmebehandlung der gesamten Außenfläche des Kolbens 20 wird seine gesamte Fläche von der Schleifmaschine 76 auf eine Endbearbeitungsgröße geschliffen.

Da die winklig angeordnete Außenfläche 54 sich über den Mittelpunkt der sphärischen Kugel 30 hinaus erstreckt, und da die endbearbeitete Größe der winklig angeordneten Außenfläche die gleiche ist, wie die endbearbeitete Größe der Außenfläche 38 des Kolbenkörpers 36, ist die Gesamtlänge der Kolbenanordnung 16 kürzer als jene Kolbenanordnungen, die zuvor durch Gesenkbearbeitung bzw. Umformen des Kolbens auf die Gleitvorrichtung hergestellt wurden. Die einzige Begrenzung, wie eng das eine Ende des Kolbens 20 am anderen Ende der Gleitvorrichtung 18 sein kann, ist, zu welchem Ausmaß die Gleitvorrichtung 18 mit Bezug auf den Kolben 20 während der Anwendung schwenken muß.

Somit weist das Verfahren zur Herstellung einer Kolbenanordnung 16 zur Anwendung in einer hydraulischen Pumpe oder einem Motor 10 die Schritte auf, eine Gleitvorrichtung 18 mit einer sphärischen Kugel 30 an einem Ende zu formen bzw. auszubilden; das Formen eines Kolbens 20 mit einem Hohlraum 42 mit einer sphärischen Bodenfläche 44, mit einer Nut 46, die um einen vorbestimmten Abstand von der Bodenfläche 44 beabstandet ist, und mit einem konturierten Teil 50 auf einem Ende, welches eine winklig angeordnete Außenfläche 54 besitzt, die mit Bezug auf die Außenfläche 38 des Kolbens 20 vorsteht, und mit einer Innenfläche 52 benachbart zum Ende des Kolbens 20; das Einführen der sphärischen Kugel 30 in den Hohlraum 42, um die Bodenfläche 44 zu berühren; das Drücken bzw. Umformen der Innenfläche 52 des konturierten Teils 50 des Kolbens 20 nach innen in Kontakt mit der sphärischen Kugel 30 und wobei im wesentlichen die winklig angeordnete Außenfläche 54 mit der Außenfläche 38 des Kolbens 36 in Längsrichtung ausgerichtet wird; das Härten der gesamten Außenfläche des Kolbens 20 auf eine vorbestimmte Härte und Tiefe und das Endbearbeiten der Außenfläche entlang ihrer gesamten Länge auf eine vorbestimmte Größe. Der Schritt der Umformung bzw. des Ausbildens weist auch das Anordnen des Beginns der Nut 46 in einem Abstand vom Boden des Hohlraums 42 auf, der im allgemeinen gleich der Hälfte des Durchmessers der sphärischen Kugel 30 ist, und das Steuern des Abstandes vom Boden 48 der Nut 46 zur winklig angeordneten Außenfläche 54 des konturierten Teils 50.

Im Hinblick auf das Vorangegangene ist es leicht offensichtlich, daß das vorliegende Verfahren einen Prozeß zur Herstellung einer Kolbenanordnung 16 vorsieht, die eine kürzere Gesamtlänge im Vergleich zu herkömmlichen Kolbenanordnungen besitzt, während immer noch eine feste mechanische Verbindung zwischen dem Kolben 20 und der Gleitvorrichtung 18 aufrechterhalten wird, und während eine hohe wirkungsvolle Volumenausgangsgröße beibehalten wird.

Andere Aspekte, Ziele und Vorteile der Erfindung können aus einem Studium der Zeichnungen, der Offenbarung und der beigefügten Ansprüche erhalten werden.

Zusammenfassend kann man folgendes sagen: Ein Verfahren ist vorgesehen, um eine Kolbenanordnung herzustellen, die zur Anwendung in einer hydraulischen Pumpe oder einem Hydraulikmotor geeignet ist,

und die eine Gesamtlänge besitzt, die kürzer ist als bei  
 zuvor bekannten Kolbenanordnungen, während eine feste  
 mechanische Verbindung und eine hohe wirkungs-  
 volle Volumenausgangsgröße beibehalten wird. Das  
 Verfahren weist die Schritte auf, eine Gleitvorrichtung  
 mit einer sphärischen Kugel an einem Ende zu formen,  
 das Formen eines Kolbens mit einem Körperteil und  
 einem Verbindungsteil, wobei der Verbindungsteil eine  
 sphärische Bodenfläche besitzt, mit einer Nut, die von  
 der Bodenfläche beabstandet ist, und mit einem kontu-  
 rierten Teil mit einer winklig angeordneten Außenflä-  
 che und einer Innenfläche; das Einführen der sphäri-  
 schen Kugel in den Hohlraum; das Umformen des kontu-  
 rierten Teils nach innen, um die Innenfläche in Kon-  
 takt mit der sphärischen Kugel zu bringen, und um im  
 wesentlichen in Längsrichtung die Außenfläche des  
 Kolbenkörpers mit der winklig angeordneten Oberflä-  
 che des konturierten Teils auszurichten; die Wärmebe-  
 handlung des Kolbens auf eine vorbestimmte Härte und  
 Tiefe; und das Endbearbeiten der Gesamtlänge des Kol-  
 bens auf eine Endbearbeitungsgröße.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Kolbenanord-  
 nung mit einem Kolben, der mechanisch mit einer  
 Gleitvorrichtung verbunden ist, und zur Anwen-  
 dung in einer Hydraulikpumpe oder einem Motor  
 mit einer Trommel bzw. einem Zylinder mit einer  
 darin definierten Bohrung geeignet ist, um gleitend  
 den Kolben aufzunehmen, wobei das Verfahren fol-  
 gende Schritte aufweist:  
 Formen der Gleitvorrichtung, wobei eine sphäri-  
 sche Kugel an einem Ende davon angeordnet ist;  
 Formen des Kolbens, wobei ein Körperteil eine  
 zylindrische Außenfläche besitzt, die sich in Längs-  
 richtung davon erstreckt und mit einem Verbind-  
 ungsteil, der an einem Ende davon angeordnet ist,  
 wobei der Verbindungsteil einen darin definierten  
 Hohlraum besitzt, und zwar mit einer im wesentli-  
 chen sphärischen Bodenfläche, die von dem einen  
 Ende davon beabstandet ist, mit einer Nut, die im  
 Endteil innerhalb des Hohlraums zwischen der  
 sphärischen Bodenfläche und dem einen Ende defi-  
 niert ist, und mit einem konturierten Teil mit einer  
 Innenfläche und mit einer winklig angeordneten  
 Außenfläche, die nach außen über die Außenfläche  
 des Kolbenkörpers zwischen dem Boden des Hohl-  
 raums und dem einen Ende davon vorsteht;  
 Einführen der sphärischen Kugel der Gleitvorrich-  
 tung in den Hohlraum des Verbindungsteils, um die  
 sphärische Bodenfläche zu berühren;  
 Drücken bzw. Umformen des konturierten Teils  
 des Verbindungsteils nach innen, um die Innenflä-  
 che davon in gleitendem Kontakt mit einem Teil  
 der sphärischen Kugel zu bewegen, um die sphäri-  
 sche Kugel innerhalb des Hohlraums zu sichern  
 und um im wesentlichen in Längsrichtung die Au-  
 ßenfläche davon mit der Außenfläche des Kolben-  
 körpers auszurichten;  
 Härten der Außenfläche des Kolbens entlang sei-  
 ner gesamten Länge auf eine vorbestimmte Tiefe  
 und Härte; und  
 Endbearbeiten der Außenfläche des Kolbens ent-  
 lang seiner gesamten Länge auf eine vorbestimmte  
 Größe.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt  
 des Drückens bzw. Umformens des konturierten

Teils nach innen die Schritte aufweist, den Kolben  
 in einer geformten bzw. ausgebildeten Kammer ei-  
 nes Formmechanismus anzuordnen, der eine In-  
 nenfläche von ausreichender Größe besitzt, um  
 gleitend den Kolben aufzunehmen, und mit einem  
 geformten Teil von entsprechender Größe, um mit  
 der Außenfläche des konturierten Teils des Kol-  
 bens zusammenzupassen, und das Drücken bzw.  
 Schieben der Form, um sich axial entlang der  
 Längsrichtung des Kolbens zu bewegen, um im we-  
 sentlichen radial die Innenfläche des konturierten  
 Teils in gleitenden Kontakt mit der sphärischen  
 Kugel der Gleitvorrichtung zu bewegen und um im  
 wesentlichen axial die Außenfläche des konturier-  
 ten Teils mit der Außenfläche des Kolbenkörpers  
 auszurichten.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der  
 Schritt des Umformens bzw. Formen des Kolbens  
 die Schritte aufweist, die Stelle des Beginns der Nut  
 relativ zum Boden des Hohlraums auf eine Distanz  
 bzw. einen Abstand zu steuern oder einzustellen,  
 der im wesentlichen gleich der Hälfte des Durch-  
 messers der sphärischen Kugel ist, und das Einstel-  
 len des Abstandes zwischen einem Boden der Nut  
 und der Außenfläche der winklig angeordneten Au-  
 ßenfläche auf einen vorbestimmten Abstand, um  
 sicherzustellen, daß während des Schrittes des Um-  
 formung bzw. des Drückens des konturierten Teils  
 nach innen, sich die Innenfläche des konturierten  
 Teils im wesentlichen radial nach innen bewegt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden An-  
 sprüche, insbesondere nach Anspruch 3, welches  
 den Schritt aufweist, die Schnittstelle zwischen der  
 Form und den Außenflächen des Kolbens und des  
 konturierten Teils zu schmieren, um das Fressen  
 oder Ausschlagen während des Schrittes des Um-  
 formens bzw. Drückens des konturierten Teils nach  
 innen zu verringern.

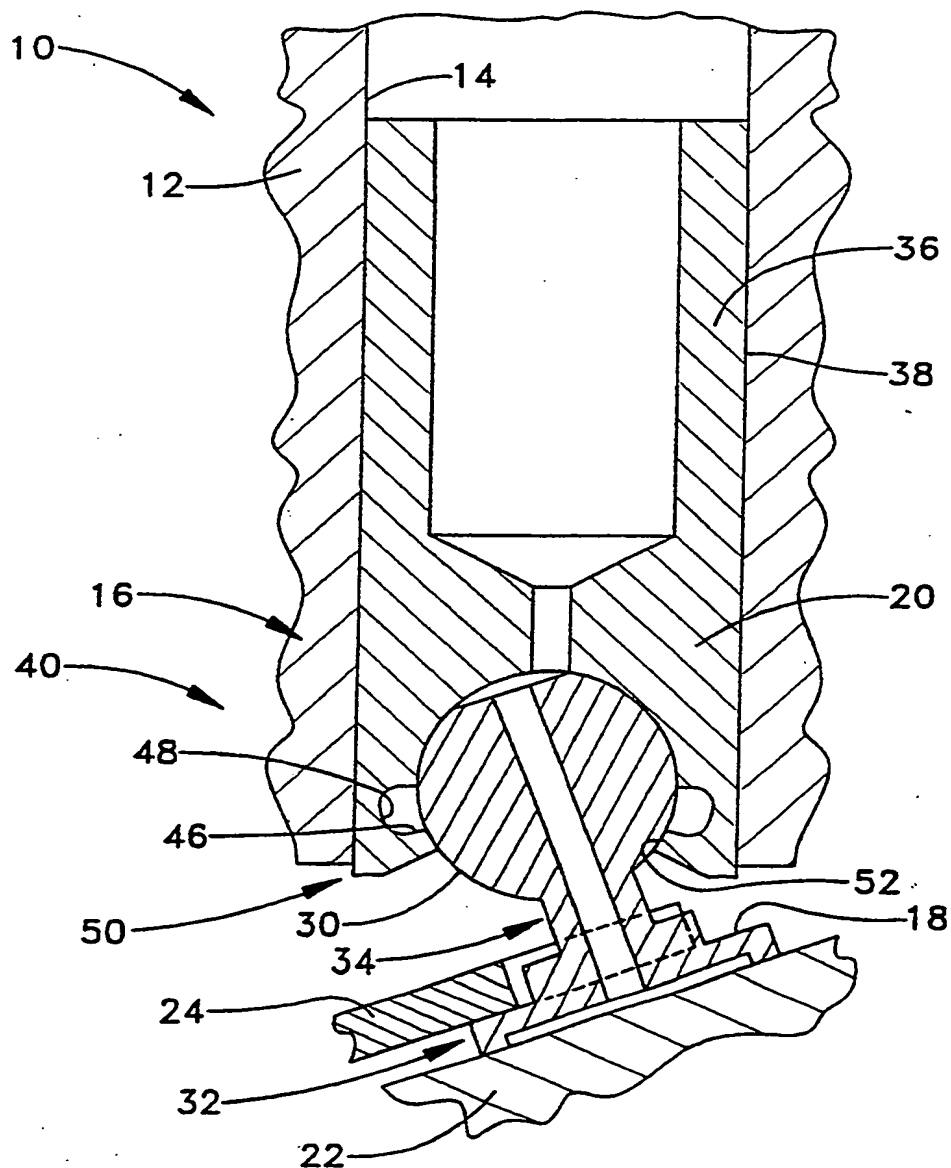
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden An-  
 sprüche, insbesondere nach Anspruch 4, wobei der  
 Schritt der Endbearbeitung der Außenflächen den  
 Schritt des Schleifens der Außenfläche des Kolbens  
 entlang seiner gesamten Länge aufweist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

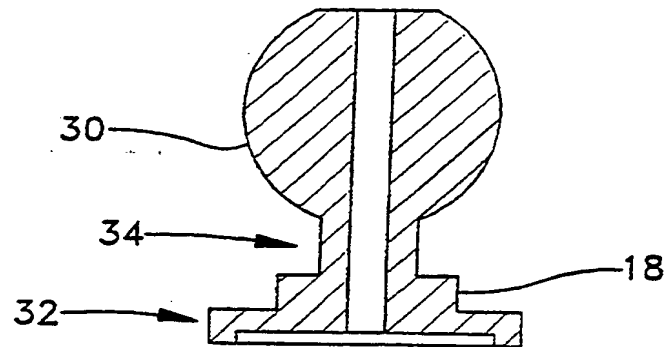
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

\*

Fig-1-



**Fig. 2.**



**Fig. 3.**

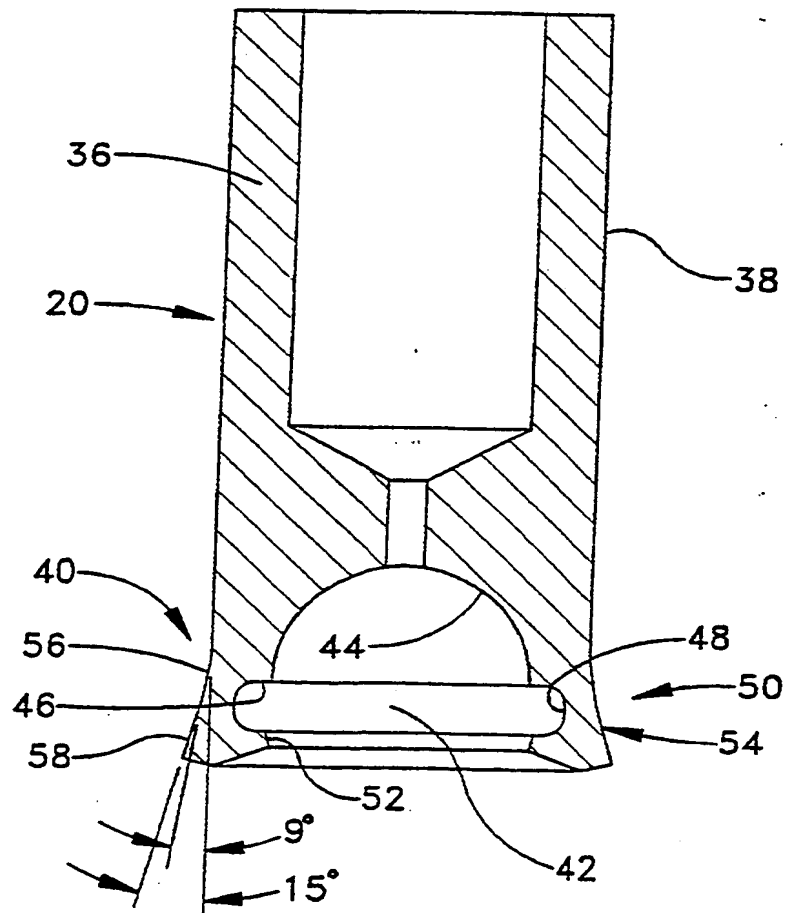




Fig. 4

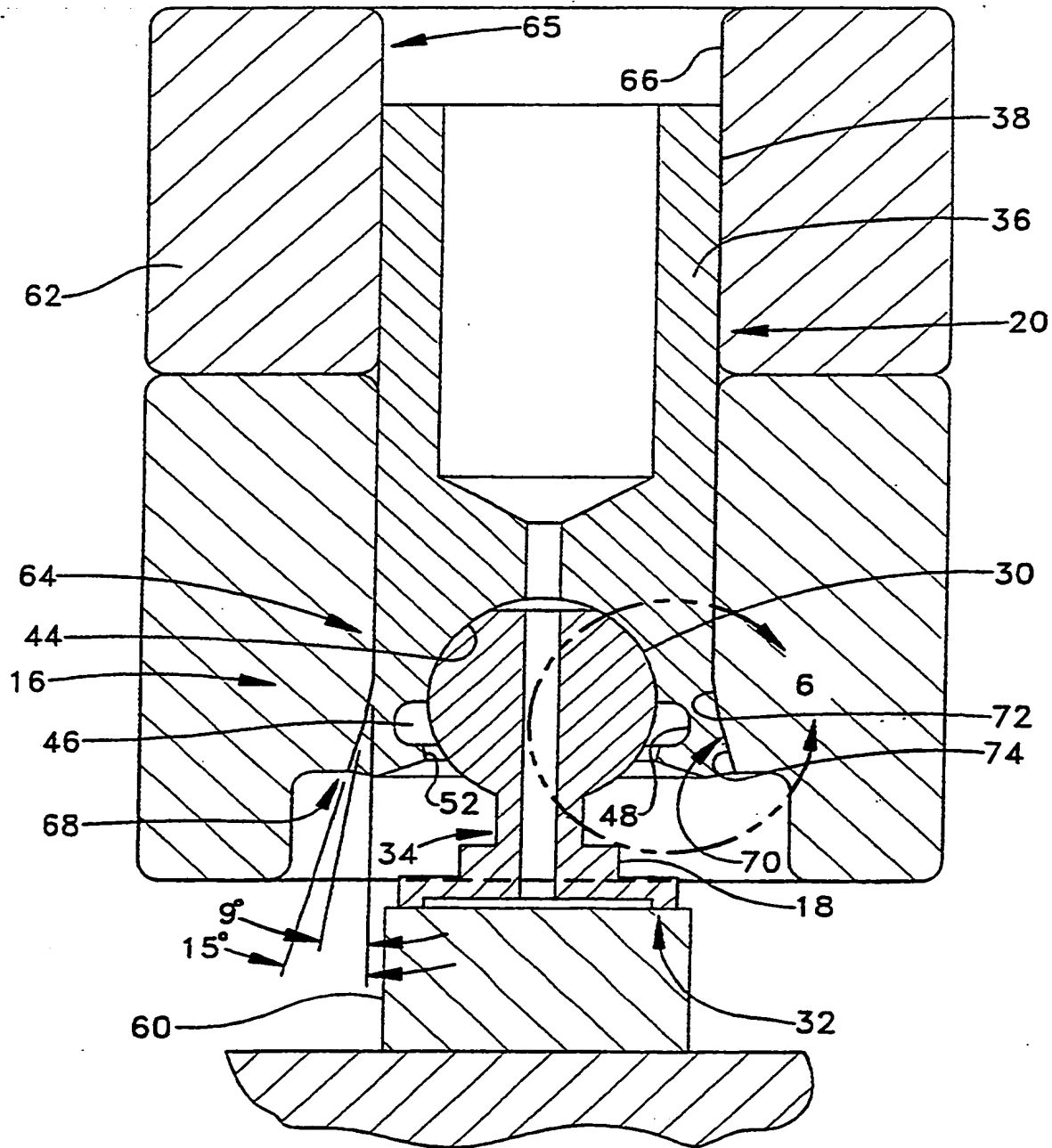
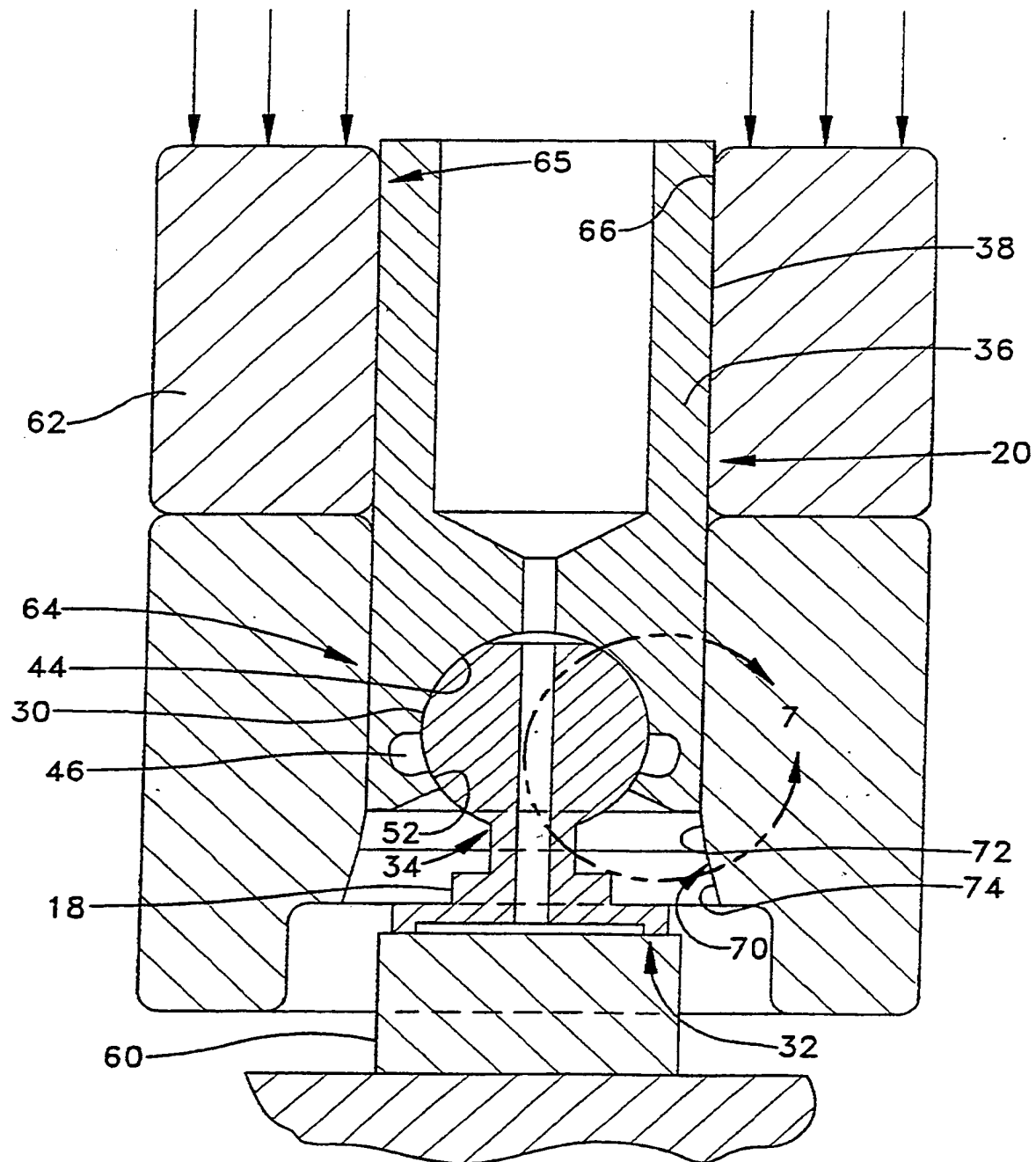
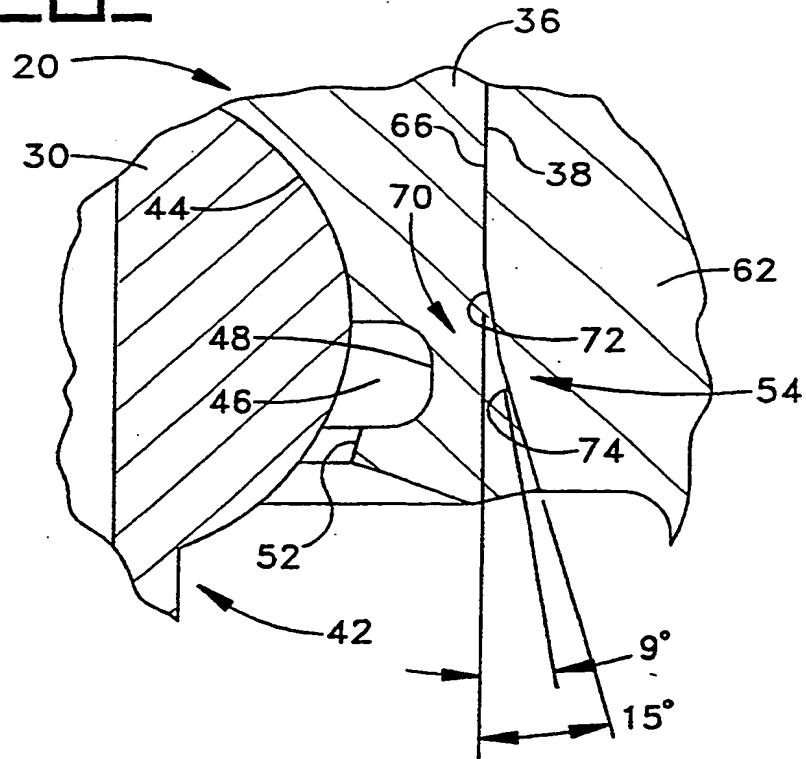


Fig. 5.



**Fig. 6**



**Fig. 7**

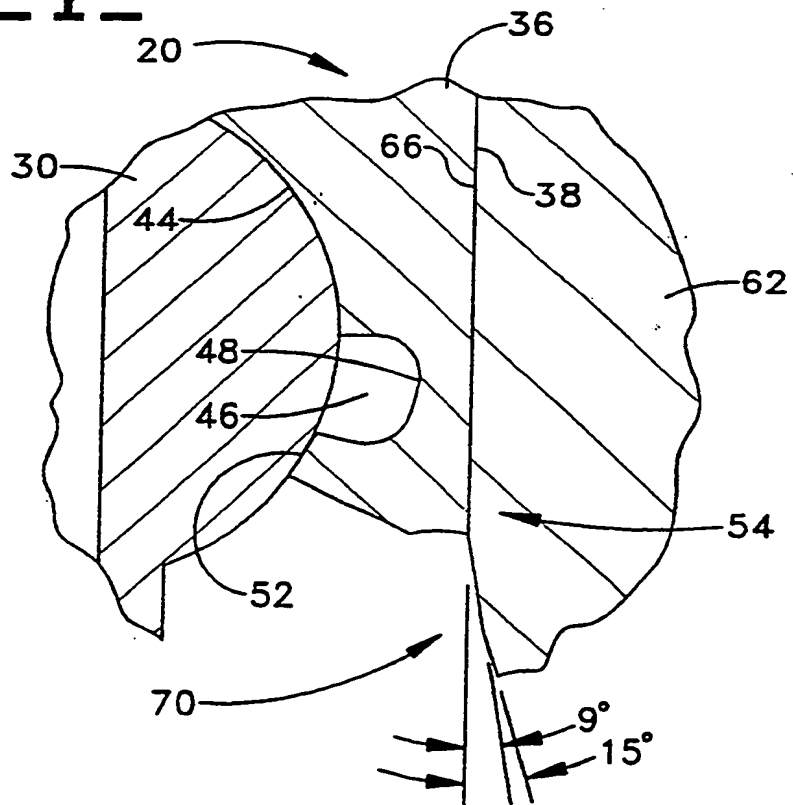


Fig. 8.

